
Оглавление

Карта путешествия	11
Введение	13

Часть 1

Путь, который нам предстоит пройти

1. Стрела (1630 год)	23
2. Отплытие (1610 год)	31
3. Сущность времени (1630 год)	38
4. Башня (1608 год)	46
5. Идеальная карта (1617 год)	56
6. Космическое “сейчас” (Сейчас)	64
7. Венецианские сны (1609 год)	71
8. Дороги, которые мы выбираем (1612 год)	81
9. Прыжок с обрыва (1612 год)	89

Часть 2

Неизвестный путь через загадочную местность

10. Освобождение джинна (1610 год)	101
11. Много тропинок сливаются в дорогу (1617 год)	112
12. Закон достаточного основания при бросании кости (1611 год) ...	118
13. Проход паломников через ворота (1612 год)	132
14. Разделение миров (1624 год)	142

15.	Чего узнать нельзя (1627 год)	153
16.	О чем мы говорим, когда говорим о свободе воли (1610 год) ...	160
17.	Принятие решений в империи Мин (1618 год)	171
18.	Проблема зависания (1610 год)	181

Часть 3

Можно ли однажды разорванное склеить вновь

19.	Советы от повара (1625 год)	189
20.	Рукописи не горят (Сейчас и потом)	198
21.	Бытие и знание (1610 год)	209
22.	Каждое утро новая вселенная (1612 год)	216
23.	Скитание по пустыне (1610 год)	224
24.	Сто тысяч миллионов кальп (1612 год)	230
25.	Горы и туман (1612 год)	237
26.	Неопределенные бифуркации в декогерентных историях (1610 год)	244

Часть 4

Величественные вершины с бескрайним обзором

27.	Под небесным сводом (1608 год)	249
28.	Небесные сферы (1611 год)	258
29.	В зазеркалье (1608 год)	266
30.	Теодицея (1610 год)	272
31.	Плавучие сады (1611 год)	279
32.	Рисунок в пещере (1613 год)	287
33.	Диалог, имеющий отношение к бесконечному множеству вещей (1608 год)	295
34.	При смерти (1615 год)	302
35.	Почетный гость (1611 год)	308

Часть 5

Кто я? Не знаю!

36. Кто спит, возможно, видит сны? (Когда — неизвестно)	317
37. Простая структура из небольшого числа крошечных частиц (1610 год)	323
38. Что нас переживает (1627 год)	331
39. Ледяной сад (1621 год)	342
40. Освобожденный разум (1612 год)	347
41. Аргумент симуляции (Неизвестные слои реальности)	354
42. Время и свобода воли (1624 год)	360
43. Дуга повторно соединенных траекторий (1610–1641 годы)	370

Часть 6

Форма есть пустота; пустота есть форма

44. На чем ты плывешь? (1620 год)	375
45. Чистое лазурное небо (1614 год)	381
46. В основании (1620 год)	392
47. Богатое наследство (1611 год)	399
48. Игра, которую долго скрывали (1629 год)	407
49. Школа срединного пути (1619 год)	414
50. Восток и запад (1630 год)	421
51. Стрела (1630 год)	429

<i>Благодарности</i>	431
----------------------------	-----

<i>Примечания</i>	433
-------------------------	-----

Часть 1

Путь, который нам предстоит пройти

*То, что уже было передвинуто, не движется.
То, что еще не было передвинуто, не движется.
Помимо того, что уже было передвинуто и еще не было передвинуто,
движение нельзя определить.*

НАГАРДЖУНА “Строфы, основополагающие для учения о срединном пути”¹

1. Стрела

(Киото, Япония, 1630 год)

Слегка сосредоточившись, сэнсэй Муненори плавно тянет на себя тетиву; лук изгибается. Стрела, как перезревший плод, высвобождается и летит.

Она устремляется прямо в твое сердце.

Во время длящегося вечность полета стрелы ты задаешь себе вопрос: “Что есть этот настоящий момент?”

Предвидя конец, твой ум становится острым как бритва, время разбивается на несчетное множество быстро проходящих моментов. В один такой прекрасный миг ты видишь стрелу, застывшую между двумя мельчайшими “тик-таками”, отмеренными самыми точными часами. В этот момент безвременья стрела прекращает свое движение, и ничто не толкает и не тянет ее к твоему сердцу.

Как же тогда она движется?

В то время как твой еще неопытный ум пытается постичь эту тайну, стрела летит.

*Есть такая вещь как интервал,
в который нельзя поместить даже волос.*

ТАКУАН СОХО “Освобожденный ум”

Что это такое — тот единственный момент, когда стрела неподвижно висит в воздухе? Мы обычно воспринимаем время как следующие друг за другом мгновения — вроде “тик-таков” часов. Но как только мы пытаемся сосредоточиться на одном конкретном текущем мгновении — одном тике самых точных часов, мы оказываемся в большой компании мыслителей, задумывавшихся над этим же, и начинаем ощущать наличие некоей

тайны. Уильям Джеймс изложил это так: “Пусть кто-нибудь попытается, я не скажу — остановить, но только подметить настоящий момент времени, — и последует один из самых неудачных опытов. Где оно, это настоящее? Оно растаяло, исчезло прежде, чем мы могли его коснуться, ушло уже в самый момент возникновения”².

Давайте рассмотрим тот “момент времени”, который наступает прямо сейчас, или какой-нибудь другой. Имеет ли он какую-либо протяженность? *Длится* ли он сколько-нибудь? Допустим, что да, немного, но длится. Тогда, как и любой интервал, он должен иметь начало, середину и конец. Давайте разделим его посередине на два более коротких интервала. Для каждого из них можно поставить тот же вопрос: “*Длится* ли он сколько-нибудь?” Поскольку мы можем повторять эту процедуру бесконечно, у нас появляется одна из двух возможностей. Первая: мы действительно можем вообразить себе любую сколь угодно малую протяженность интервалов времени и представить, что мы приблизимся к идеальному совершенному мгновению в точности нулевой длительности. И вторая возможность. В процессе своего бесконечного деления отрезков времени мы можем прийти к какому-то интервалу конечной длительности, который дальше разделить невозможно, — своего рода “атому времени”.

И обе возможности — мгновения нулевой длительности или конечной длительности — заведут нас в тупик.

Предположим, интервал имеет строго нулевую длительность, то есть ничто не может происходить в течение этого временного интервала. Тогда в течение этого интервала стрела будет находиться только в одном *определенном месте*. Она зависнет в воздухе. Но если она действительно в течение этого периода находится только в этом одном месте, она, вероятно, не сможет сдвинуться в течение этого интервала, как не может сдвинуться на фотографии ее изображение. Движение подразумевает перемещение из одного места в другое, но в этот момент стрела находится только в одном месте. Теперь проблема ясна: если время есть цепь связанных друг с другом мо-

ментов, а стрела в любой момент неподвижна в пространстве, тогда как она вообще может куда-то долететь?

Этот способ рассуждений мог бы убедить нас в правильности альтернативного предположения: то, что мы называем мгновением, может иметь какую-то продолжительность, но это дискретная и неделимая величина, похожая на кадры, следующие друг за другом и образующие кино. С этой точки зрения мы представляем себе полет стрелы как кинофильм, в котором положение стрелы меняется при переходе от одного кадра к другому. Только когда кадры следуют друг за другом, они создают ощущение движения. Но если начинаешь задумываться глубже, то понимаешь, что эта аналогия не проясняет картину. Кадры, составляющие кино, разделены долей секунды, а в нашем сознании они сшиваются воедино, образуя движение. Что способно сшить друг с другом атомы времени? Фильм можно прокрутить на разных скоростях, а можно вообще остановить пленку в кассете. Если мир устроен подобно прокручиваемой кинопленке, то кто показывает это кино и на какой скорости? Что мешает всему совершиться одномоментно? И как один кадр соединяется со следующим? В кино стрела в одном кадре может находиться в определенном положении, но затем оператор переводит камеру — и в следующем кадре мы видим уже цель, в которую направлена стрела. А в реальности этого никогда не происходит, и кажется, что каждый следующий, неумолимо наступающий момент, плавно вытекает из предыдущего.

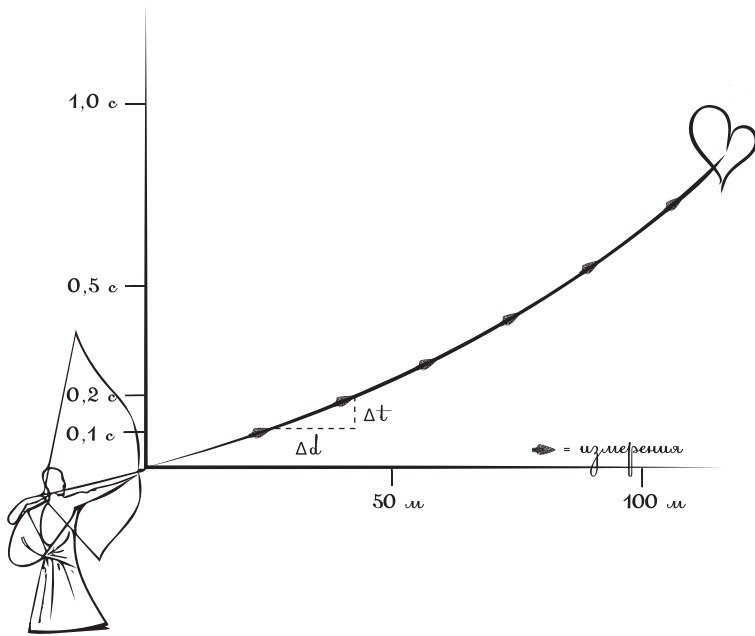
Короче, как может происходить движение, если время состоит из моментов и в каждом из них движения нет? Этот парадокс (как и многие другие) был сформулирован уже 2500 лет назад Зеноном Элейским, о чем рассказали Платон в своем диалоге “Парменид” и Аристотель в своем трактате “Физика”. Этот парадокс и в самом деле может вас обескуражить. И если так и произойдет, то это будет правильно! Если же вы, что вполне возможно, не увидите здесь серьезной проблемы, то я посоветую вам подумать еще. А вот если вы ощутите неодолимое желание задуматься о чем-ни-

будь другом — не поддавайтесь ему! И уж тем более не отмахивайтесь от этой проблемы как от уже решенной или как от “чисто философской зауми”, потому что это будет похоже на то, как если бы вы прошли мимо узкой заросшей тропинки в лесу и не выяснили, куда именно она ведет. На самом деле парадоксы Зенона, охарактеризованные Берtrandом Расселом как “неизмеримо тонкие”, чрезвычайно проницательные мыслители обдумывали и разгадывали в течение двух тысячелетий — и находили решение, снова и снова, и каждый раз другое!

Итак, предметы движутся, стрела летит. И теперь человечество знает о самой природе движения гораздо больше, чем знали о нем во времена Аристотеля. Мы можем предсказать час и минуту любого затмения на 50 лет вперед или нацелить космический корабль настолько точно, что он спустя годы совершит маневры вокруг Юпитера и приблизится к Нептуну. Мы понимаем о движении достаточно, чтобы описать его во многих ситуациях с удивительной точностью. И как же в таком случае наша поразительно точно описывающая движение физика объясняет парадокс Зенона со стрелой?

Рассмотрим скорость стрелы. Если стрела преодолевает расстояние 100 метров за одну секунду, мы можем сказать, что она движется со средней скоростью 100 метров в секунду (м/сек). Однако если приглядеться повнимательнее, то обнаруживается, что во время второй половины движения стрела летит медленнее и пролетает меньшее расстояние, поскольку трение о воздух в процессе движения замедляет ее. Возможно, она пролетает 55 метров в первую половину секунды и 45 во вторую. Возможно, в интервале между 0,1 секунды и 0,2 секунды своего полета, то есть за 0,1 секунды, стрела пролетит 12 метров, следовательно, скорость ее в этом интервале времени составит $12 \text{ метров} / 0,1 \text{ секунды} = 120 \text{ м/сек}$.

Во многом физика в знакомом нам виде родилась тогда, когда Исаак Ньютон и Готфрид Лейбниц разработали математический аппарат, позволивший довести эту проблему до логического завершения. Чтобы проиллюстрировать их интер-



Зависимость истекшего времени от расстояния, которое пролетела стрела Зенона-Муненори.

претацию движения, отложим на рисунке (рис. на стр. 27) положение стрелы (в данном случае ее расстояние от выпускающего стрелу Муненори) в последовательные моменты времени. Ваш глаз измеряет эти положения, а время отсчитывается в вашем сознании, но все это делается очень приблизительно. Мы можем вообразить, что делаем измерения с гораздо большей точностью, — например, с помощью лазерной рулетки и атомных часов. В любом случае, сделав счетное число измерений, мы можем нарисовать гладкую кривую, которая точно описывает движение стрелы. Используя эту кривую, мы можем оценить, какие расстояния стрела пролетает за все более короткие интервалы времени.

Эта основная идея была понятна уже Аристотелю, но Ньютон и Лейбниц сделали решающий шаг и поняли,

что случится, если интервал* Δt *приближается к нулю*, то есть к интервалу, о котором говорится в парадоксе Зенона. Они смогли показать, что, как и следовало ожидать, в течение этого бесконечно малого интервала времени приращение расстояния Δd *стремится к нулю* так же, как и Δt . Однако оказалось, что можно совершенно строго и математически точно доказать, что отношение $\Delta d / \Delta t$ — скорость — стремится к определенному *ненулевому* значению. Этот математический метод, который составляет основу дифференциального исчисления, разрешает парадокс Зенона. Из него следует, что нельзя устремлять длительность интервала времени к нулю, не устремляя в то же самое время к нулю расстояние, преодолеваемое за это время, и если вы сделаете все правильно, скорость стрелы никогда не окажется равной нулю. Неважно, насколько короток интервал: стрела никогда не останавливается. Нет такого понятия как интервал времени, в течение которого стрела *совсем* не движется, — следовательно, исчезает как исходная предпосылка парадокса Зенона, так и необходимость обдумывать концепцию “атомов времени”.

Парадокс объяснен? Возможно. Этот метод рассмотрения движения работает очень хорошо, и мы могли бы, если б захотели, просто оставить все как есть. Но физика — как и мир, который она описывает, — материя глубокая и тонкая, с секретными тропинками и потайными комнатами, так что нужно только толкнуть правильную дверь. Поэтому давайте зададимся несколькими вопросами о движении стрелы к своей цели по кривой траектории, описание которого кажется таким ясным.

Почему она летит именно по этой, а не по какой-либо другой траектории? Эта же стрела, если ее в одних и тех же условиях с одинаковым усилием выпускать опять и опять, полетит по той же самой траектории. Почему? И что именно выде-

* Греческой буквой Δ (“дельта”) часто обозначают разность между двумя величинами. Таким образом, “ Δt ” — сокращенное обозначение выражения “изменение величины t ”.

ляет именно *эту* траекторию из всех возможных траекторий, по которым она может лететь? (Способны ли вы вообразить, что стрела в действительности будет лететь по разным траекториям, образуя при усреднении одну прямую траекторию, которая только кажется изогнутой?)

Как в определенный момент времени стрела “узнает”, по какой траектории нужно лететь? В этот момент она находится в определенном положении, но ее скорость зависит от того, где она была в предыдущий момент. Может стрела “помнить”, где она была? Или ее скорость является присущим ей свойством — таким, например, как цвет? Почему стрела обладает *инерцией*, которая поддерживает ее движение в направлении ее скорости, но меняет направление так, чтобы следовать по предназначенной ей траектории?

Что случится, если мы попытаемся точно просчитать скорость стрелы в определенный момент времени, измерив пройденное ею расстояние Δd за бесконечно малый интервал времени Δt ? В реальных условиях точные измерения провести невозможно, так что мы никогда не измерим точно ни Δd , ни даже Δt , и когда Δt приближается к нулю, скорость $\Delta d/\Delta t$ становится совершенно неопределенной. Что мы будем с этим делать? Имеет ли вообще смысл воображать себе сколь угодно малые интервалы времени, если мы ничего не можем узнать о движении, происходящем в течение этих интервалов? Что вообще значит измерение скорости объекта? (Поверите ли вы в то, что так же как скорость объекта формируется из его различных положений, так и положение объекта, в свою очередь, формируется различными скоростями?)

Какой момент отвечает моменту “сейчас” на кривой, изображающей полет стрелы (*гладкой кривой на рис. на стр. 27*)? Не бойтесь, укажите на любой, который вам нравится, и ни одна физическая теория не оспорит и даже не прокомментирует это утверждение. На самом деле в физике для этого понятия нет места, оно *вообще не играет никакой роли*. Но все же *вы* момент “сейчас” чувствуете мгновенно. Попробуйте, если вам захочется, вместо этого ощутить буду-

щее или прошлое. Не сможете, правда ведь? (Или сможете?) Как же так получается, что важнейшее свойство нашего личного опыта не находит отражения в физике?

Стрела состоит из неисчислимого количества связанных друг с другом атомов, которые все вместе участвуют в процессе, называемом нами “полет стрелы”. Из чего сделаны атомы? Вы можете ответить: “Из кварков и электронов” или “Из суперструн”. Но как бы ни назывались мельчайшие частицы, я утверждаю, что современная физика считает, что они, в свою очередь, состоят из *информации*. Значит, и стрела сделана из информации? Да! Но информации о чем? Известной кому или чему? И как информацию можно вставить в лук, оттянуть с тетивой назад и отпустить? И как она может пролететь по воздуху и поразить ваше сердце?

Эти вопросы можно задать очень быстро, всего за несколько сотен биений сердца. А вот для того, чтобы полностью осознать их, не говоря уж о том, чтобы дать на них ответы, времени потребуется куда больше. Так что тронемся в путь. Стрела приближается.
